

**PABRIK SODIUM SULFATE  
DARI SULFURIC ACID DAN SODIUM FORMATE  
DENGAN PROSES FORMIC ACID**

**PRA RENCANA PABRIK**



**Oleh :**

**MOHAMMAD YATIM**

---

**0831010011**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2012**

**PABRIK SODIUM SULFATE  
DARI SULFURIC ACID DAN SODIUM FORMATE  
DENGAN PROSES FORMIC ACID**

**PRA RENCANA PABRIK**

**Diajukan Untuk Memenuhi Sebagai Persyaratan  
Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Jurusan Teknik Kimia**



**Oleh :**

**MOHAMMAD YATIM**

---

**NPM. 0831010011**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2012**

**PRA RENCANA PABRIK**  
**PABRIK SODIUM SULFATE**  
**DARI SULFURIC ACID DAN SODIUM FORMATE**  
**DENGAN PROSES FORMIC ACID**

Disusun oleh :

**MOHAMMAD YATIM**

**NPM. 0831010011**

**Telah Dipertahankan Dihadapan  
Dan Diterima Oleh Dosen Penguji  
Pada Tanggal 13 April 2012**

**Tim penguji :**

**1.**

**Ir. Luluk Edahwati, MT**  
**NIP. 19640611 199203 2 001**

**2.**

**Ir. Suprihatin, MT**  
**NIP. 19630508 199203 2 001**

**3.**

**Ir. Nur Hapsari, MT**  
**NIP. 19620912 199203 2 002**

**Pembimbing :**

**1.**

**Ir. Ely Kurniati, MT**  
**NIP. 19641018 199203 2 001**

**Mengetahui**  
**Dekan Fakultas Teknologi Industri**  
**Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

**Ir. Sutiyono, MT**  
**NIP. 19600713 198703 1 001**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PRA RENCANA PABRIK**

**PABRIK SODIUM SULFATE  
DARI SULFURIC ACID DAN SODIUM FORMATE  
DENGAN PROSES FORMIC ACID**

**Oleh :**

**MOHAMMAD YATIM**

**0831010011**

**Telah Diterima dan Disetujui untuk Diseminarkan**

**Mengetahui,**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Ely Kurniati, MT  
NIP. 19641018 199203 2 001**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PRA RENCANA PABRIK**

**PABRIK SODIUM SULFATE  
DARI SULFURIC ACID DAN SODIUM FORMATE  
DENGAN PROSES FORMIC ACID**

**Disusun Oleh :**

**MOHAMMAD YATIM**

**0831010011**

**Telah Diterima dan Disetujui untuk Diseminarkan**

**Mengetahui,**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Ely Kurniati, MT  
NIP. 19641018 199203 2 001**

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa dan dengan segala rahmat serta karuniaNya sehingga penyusun telah dapat menyelesaikan Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Sodium Sulfate Dari Sulfuric Acid Dan Sodium Formate Dengan Proses Formic Acid”, dimana Tugas Akhir ini merupakan tugas yang diberikan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan kesarjanaan di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Pembangunan Nasional Surabaya.

Tugas Akhir “Pra Rencana Pabrik Sodium Sulfate Dari Sulfuric Acid Dan Sodium Formate Dengan Proses Formic Acid” ini disusun berdasarkan pada beberapa sumber yang berasal dari beberapa literature , data-data , majalah kimia, dan internet.

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih atas segala bantuan baik berupa saran, sarana maupun prasarana sampai tersusunnya Tugas Akhir ini kepada :

1. Bapak Ir. Sutiyono, MT

Selaku Dekan FTI UPN “Veteran” Jawa Timur.

2. Ibu Ir. Retno Dewati, MT

Selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur.

3. Ibu Ir. Ely Kurniati, MT

Selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.

4. Dosen jurusan Teknik Kimia, FTI, UPN “Veteran” Jawa Timur.

5. Seluruh Civitas Akademik Jurusan Teknik Kimia , FTI , UPN “Veteran” Jawa Timur.
6. Orang tua kami yang selalu mendoakan kami.
7. Semua pihak yang telah membantu , memberikan bantuan, saran serta dorongan dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Kami menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena itu segala kritik dan saran yang membangun kami harapkan dalam sempurnanya tugas akhir ini.

Sebagai akhir kata, penyusun mengharapkan semoga Tugas Akhir yang telah disusun ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi mahasiswa Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Kimia.

Surabaya , April 2012

Penyusun,

## INTISARI

Perencanaan pabrik Sodium Sulfate ini diharapkan dapat berproduksi dengan kapasitas 30.000 ton/tahun dalam bentuk serbuk. Pabrik beroperasi secara continuous selama 330 hari dalam setahun.

Sodium Sulfate merupakan bahan kimia yang banyak digunakan pada industri kimia di bidang : powder detergent, pulp & paper, tekstil, kaca dan industri kimia lainnya. Secara singkat, uraian proses dari pabrik Sodium Sulfate sebagai berikut :

Pertama – tama sodium formate dan sulfuric acid direaksikan membentuk sodium sulfate dan formic acid. Cmpuran kemudian difiltrasi untuk memisahkan formic acid sebagai produk samping dan sodium sulfate sebagai produk akhir. Formic acid diuapkan dan diambil dari alat evaporator, sedangkan untuk sodium sulfate dikeringkan dan dihaluskan dengan ball mill.

Pendirian pabrik berlokasi di Manyar , Gresik dengan ketentuan :

Bentuk Perusahaan	: Perusahaan Terbatas
Sistem Organisasi	: Garis dan Staff
Jumlah Karyawan	: 175 orang
Sistem Operasi	: Continuous
Waktu Operasi	: 330 hari/tahun ; 24 jam/hari



### **Analisa Ekonomi :**

- Massa Konstruksi : 2 tahun
- Umur Pabrik : 10 tahun
- Fixed Capital Investment (FCI) : Rp 148.656.323.015,99
- Working Capital Investment (WCI) : Rp 7.754.415.662,54
- Total Capital Investment (TCI) : Rp 156.410.738.678,53
- Biaya Bahan Baku (1 tahun) : Rp 81.080.600.774,66
- Biaya Utilitas (1 tahun) : Rp 29.006.070.569,39
  
- Steam = 982080 lb/hari
- Brine = 137 m<sup>3</sup>/hari
- Listrik = 7344 kW/hari
- Bahan Bakar = 7848 liter/hari
  
- Biaya Produksi Total (Total Production Cost) : Rp 24.411.196.897,76
- Hasil Penjualan Produk (Sale Income) : Rp 211.160.449.037,11
  
- Bunga Bank : 14 %
- Internal Rate of Return : 21,30 %
- Rate On Equity : 30,79 %

- Pay Out Periode : 4,24 tahun
- Break Even Point (BEP) : 35,81 %

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kebutuhan Sodium sulfate Di Indonesia	I-2
Tabel 2.1	Seleksi Proses	II-11
Tabel 7.1.	Instrumentasi pada Pabrik	VII-5
Tabel 7.2.	Jenis Dan Jumlah Fire – Extinguisher	VII-7
Tabel 8.4.1.	Kebutuhan Listrik Untuk peralatan proses dan utilitas	VIII-80
Tabel 8.4.2.	Kebutuhan listrik Ruang Pabrik dan Daerah Pabrik	VIII-81
Tabel 9.1.	Pembagian Luas Pabrik	IX-7
Tabel 10.1.	Jadwal Kerja Karyawan Proses	X-9
Tabel 10.2.	Perincian Jumlah Tenaga Kerja	X-11
Tabel 11.1.	Biaya Total Produksi Dalam Berbagai Kapasitas	XI-8
Tabel 11.2.	Modal sendiri pada tahun konstruksi	XI-9
Tabel 11.3.	Modal pinjaman pada tahun konstruksi	XI-9
Tabel 11.4.	Tabel Cash Flow	XI-10
Tabel 11.5.	Internal Rate of Return (IRR)	XI-12
Tabel 11.6.	Rate On Equity (ROE)	XI-13

Tabel 11.8. Pay Out Periode (POP)

XI-14

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Diagram Alir Proses Pembuatan Sodium Sulfate dari Fibre ( rayon / viscose )	II-2
Gambar 2.2.	Diagram Alir Proses Pembuatan Sodium Sulfate dari Glauber's Salt dengan proses Messo	II-4
Gambar 2.3.	Diagram Alir Proses Pembuatan Sodium Sulfate dari Garam dengan proses Mannheim	II-5
Gambar 2.4.	Diagram Alir Proses Pembuatan Sodium Sulfate dari Methionine	II-7
Gambar 2.5.	Diagram Alir Proses Pembuatan Sodium Sulfate dari Formic Acid	II-9
Gambar 9.1	Lay Out Pabrik	IX-8
Gambar 9.2	Peta Lokasi Pabrik	IX-9
Gambar 9.3	Lay Out Peralatan Pabrik	IX-10
Gambar 10.1	Struktur Organisasi Perusahaan	X-13
Gambar 11.1	Grafik BEP	XI-16

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
INTISARI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	I - 1
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES	II - 1
BAB III NERACA MASSA	III - 1
BAB IV NERACA PANAS	IV - 1
BAB V SPESIFIKASI ALAT	V - 1
BAB VI PERENCANAAN ALAT UTAMA	VI - 1
BAB VII INSTRUMENTASI DAN KESELAMATAN KERJA	VII -1
BAB VIII UTILITAS	VIII-1

BAB IX	LOKASI DAN TATA LETAK PABRIK	IX - 1
BAB X	ORGANISASI PERUSAHAAN	X - 1
BAB XI	ANALISA EKONOMI	XI - 1
BAB XII	PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN	XII - 1
DAFTAR PUSTAKA		



---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang

Sodium sulfate adalah salah satu bahan yang sangat diperlukan sebagai produk hulu. Sodium sulfat banyak digunakan sebagai salah satu bahan pembuat kertas, deterjan, gelas dan lain-lain.

Sodium sulfate pada zaman dahulu dapat diperoleh dari danau yang ada di Amerika. Selain itu dapat diperoleh dengan mereaksikan senyawa sodium dengan asam sulfat, misalnya NaCl dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Yang merupakan senyawa sodium yang pertama kali ditemukan oleh Sir Humphry pada tahun 1807. Senyawa sodium dalam terdapat banyak dalam jumlah yang berlimpah dan dalam bentuk yang alami, Misalnya NaCl dalam air laut,  $\text{NaNO}_3$  di Chili dan Peru,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  di Australia dan Afrika Timur, Borak ( $\text{Na}_2\text{BO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) di India, Tibet dan California.

Pengolahan sodium sulfate dari air danau (*Searles Lake*) yang berasal dari California ini dimulai pada tahun 1916 sebagai hasil samping pembuatan KCl, sedangkan yang berasal dari batuan (mineral) diproduksi secara besar-besaran pada tahun 1980.

Pada tahun 1884 telah dikembangkan proses *kraft paper pulp*, Pengembangan ini menjadikan sodium sulfat merupakan bahan yang sangat penting. Penelitian dan pengembangan sodium sulfate dari tahun ke tahun semakin maju dan berkembang dan telah dilakukan pemnyempurnaan dalam



pembuatannya sehingga banyak dikenal metode proses pembuatannya. Pada pabrik – pabrik kertas yang banyak memakai kraft maka banyak pula sodium sulfat yang digunakan. Sebagian besar dari produk sodium sulfat dipergunakan untuk pabrik kertas dengan proses kraft.

### **1.2. Manfaat**

Kegunaan terbesar dari sodium sulfat adalah pada bidang industri pulp dan paper, dimana larutan sodium sulfat berfungsi sebagai bahan pemasak dan bahan pencuci dari pulp. Kegunaan lain dari sodium sulfat dapat kita lihat pada industri detergen, industri gelas atau serat dan industri tekstil.

### **1.3. Aspek Ekonomi**

Kebutuhan sodium sulfat di Indonesia, semakin meningkat sejalan dengan semakin meningkatnya kebutuhan kertas di Indonesia. Hal ini dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut ini:

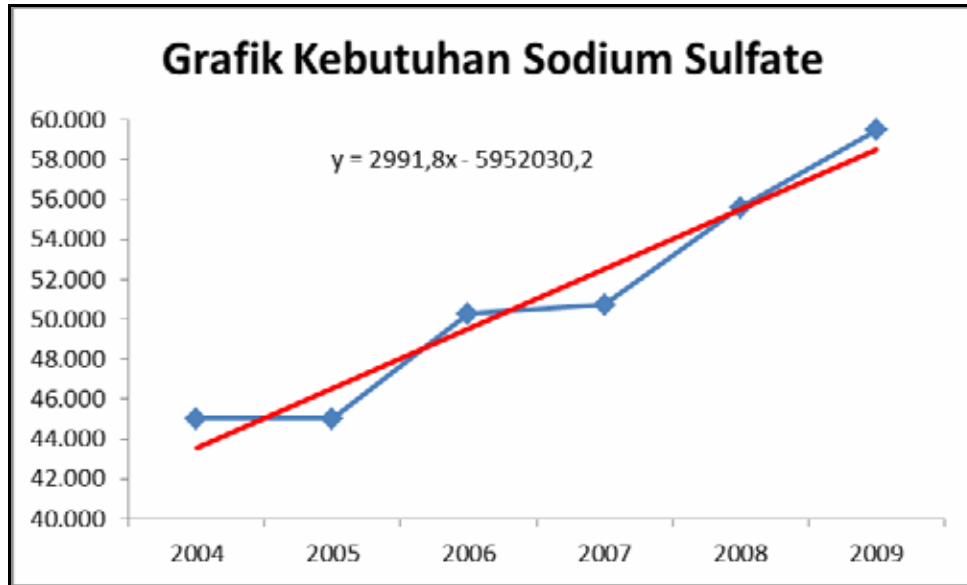
Tabel 1.1 Kebutuhan Sodium Sulfate Di Indonesia

<b>Tahun</b>	<b>Kapasitas Produksi (ton/th)</b>
2004	45.000
2005	45.000
2006	50.280
2007	50.718
2008	55.615
2009	59.486

*Sumber : Deperindag (<http://www.dprin.go.id>)*



Berdasarkan tabel diatas, dapat dibuat grafik hubungan antara kebutuhan produk dengan tahun produksi.



Dari grafik di atas, dengan metode regresi linier maka diperoleh persamaan untuk mencari kebutuhan pada tahun tertentu dengan persamaan :

$$Y = 2991,8 X - 5952030,2$$

Keterangan : Y = Kebutuhan (ton/tahun)

X = Tahun ke-n

Pabrik Magnesium Karbonat ini direncanakan beroperasi pada tahun 2014 sehingga untuk mencari kebutuhan pada tahun 2012, maka X = 2014.

Kebutuhan pada tahun 2014 :

$$\begin{aligned} Y &= [ 2991,8 \times 2014 ] - 5952030,2 \\ &= 73.455 \text{ ton/th} \end{aligned}$$

Untuk kapasitas terpasang pabrik, diambil asumsi 41% dari kebutuhan total, sehingga kapasitas pabrik = 41% x 73.455 ton/tahun = 30117  $\approx$  30.000 ton/tahun





## 1.4. Sifat Bahan Baku Dan Produk

### 1.4.1. Bahan Baku

#### 1.4.1.1 Sodium Formiat ( *Chemicaland21 & Perry 7<sup>ed</sup> : 1999* )

Nama lain	: Salachlor, Formic Acid Sodim Salt
Rumus Molekul	: HCOONa
Rumus Bangun	: $\left[ \begin{array}{c} \text{O} \\ \diagup \\ \text{H}-\text{C} \\ \diagdown \\ \text{O} \end{array} \right] \text{Na}^+$
Berat Molekul	: 68
Warna	: Putih
Bau	: Tidak berbau
Bentuk	: Kristal
Spesific Gravity	: 1,919
Melting Point	: 253 °C
Boiling Pont	: Terdekomposisi diatas 261 <sup>0</sup> C
Solubility, Cold Water	: 44 Kg b / 100 Kg H <sub>2</sub> O ( H <sub>2</sub> O = 0 <sup>0</sup> C )
Solubility, Hot Water	: 160 Kg b / 100 Kg H <sub>2</sub> O ( H <sub>2</sub> O = 100 <sup>0</sup> C )

Komposisi supplier PT.Karya Inti Mandiri :

HCOONa	=	98,0 %
NaOH	=	0,2 %
NaCl	=	0,2 %
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	=	0,5 %
Na <sub>2</sub> S	=	0,1 %
<u>H<sub>2</sub>O</u>	=	<u>1,0 %</u>
Total	=	100,0 %



#### 1.4.1.2 Sulfuric Acid

( *Chemicaland21 & Perry 7<sup>ed</sup> : 1999* )

Nama lain : Oil of Vitriol, Dihydrogen Sulfate

Rumus Molekul :  $H_2SO_4$

Rumus Bangun :

Berat Molekul : 98

Warna : Tidak berwarna

Bau : Tajam dan khas

Bentuk : Liquid pekat

Spesific Gravity : 1,834

Melting Point : 10,49 °C

Boiling Pont : Terdekomposisi diatas 340 °C

Solubility, Cold Water : Larut sedikit

Komposisi supplier PT. Petrokimia Gresik :

$H_2SO_4$  = 98,0 %

$H_2O$  = 2,0 %

Total = 100,0 %



### 1.4.2. Produk samping

#### 1.4.2.1 Formic Acid

( Chemicalland21 & Perry 7<sup>ed</sup> : 1999 )

Nama lain : Methanioc Acid, Asam semut

Rumus Molekul : HCOOH

Rumus Bangun : 

Berat Molekul : 46

Warna : tidak berwarna

Bau : Tajam / pedas

Bentuk : Liquid

Spesific Gravity : 1,220

Melting Point : 8,6 °C

Boiling Pont : 100,8 °C

Solubility, Cold Water : Larut sedikit

Kegunaan produk samping formic acid : ( Chemicalland21 )

1. Industri Decalcifier : Sebagai bahan tambahan dan filler
2. Industri Pencelupan Wool : Sebagai bahan pereduksi warna
3. Industri Karet : Sebagai bahan aditif untuk regenerasi
4. Industri Electroplating : Sebagai bahan tambahan
5. Industri Kimia Lainnya : Sebagai bahan baku Alkylating agent, Carboxylating agent dan farmasi



### 1.4.3. Produk Utama

#### 1.4.3.1 Sodium Sulfate

( Chemicalland21 & Perry 7<sup>ed</sup> : 1999 )

Nama lain : Thenardite, Salt Cake, Trona

Rumus Molekul :  $\text{NaSO}_4$

Rumus Bangun :  $2\text{Na}^+ \left[ \begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} - \text{S} - \text{O} \\ \parallel \\ \text{O} \end{array} \right]^{2-}$

Berat Molekul : 142

Warna : Putih

Bau : Tidak berbau

Bentuk : serbuk

Spesific Gravity : 2,700

Melting Point : 880 - 888 °C

Boiling Pont : Terdekomposisi diatas 1100 °C

Solubility, Cold Water : 5 Kg b / 100 Kg  $\text{H}_2\text{O}$  (  $\text{H}_2\text{O} = 0^\circ\text{C}$  )

Solubility, Hot Water : 42 Kg b / 100 Kg  $\text{H}_2\text{O}$  (  $\text{H}_2\text{O} = 100^\circ\text{C}$  )

Kegunaan produk utama Sodium Sulfate : ( Chemicalland21 )

1. Industri Powder Detergent : Sebagai bahan tambahan dan filler
2. Industri Pulp & Paper : Sebagai bahan pembuat kertas kraft
3. Industri Pencelupan Tekstil : Sebagai levelling agent
4. Industri Kaca : Sebagai bahan penghilang gelembung
5. Industri Kimia Lainnya : Sebagai bahan baku Industri Alkali Carbonate, Alkali hyposulfite dll.



## **BAB II**

### **SELEKSI DAN URAIAN PROSES**

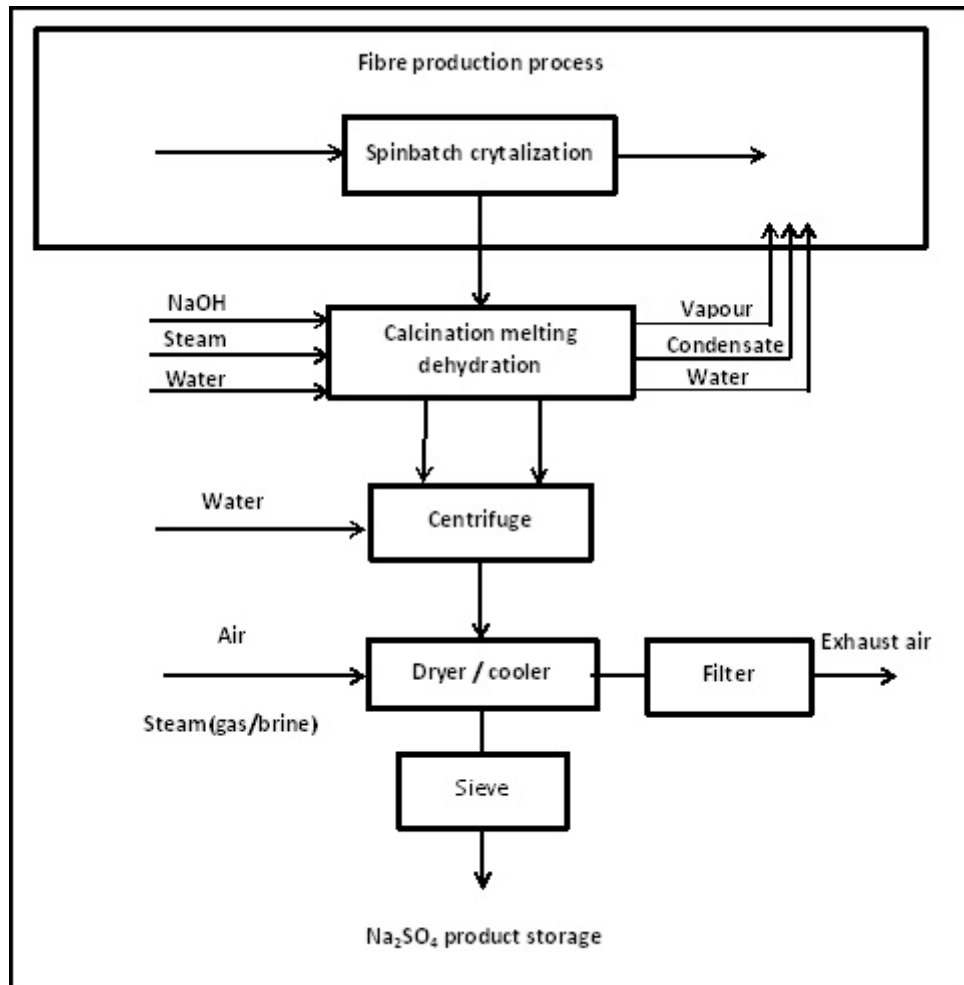
#### **2.1. Macam Proses**

Beberapa tahun perkembangan dalam teknologi, pembuatan sodium sulfat ini dapat dilakukan dengan lima macam cara atau proses dan bahan baku yang dipergunakan juga berbeda pula.

Proses pembuatan sodium sulfate dapat dibedakan menjadi dua bagian utama yaitu proses pembuatan dengan bahan baku garam dan proses pembuatan dengan bahan baku selain garam. Adapun proses yang dapat digunakan dalam pembuatan sodium sulfate adalah :

1. Sodium Sulfate dari Fibre ( rayon / viscose )
2. Sodium Sulfate dari Glauber's Salt dengan proses Messo
3. Sodium Sulfate dari Garam dengan proses Mannheim
4. Sodium sulfate dari Methionine
5. Sodium Sulfate dari Formic Acid

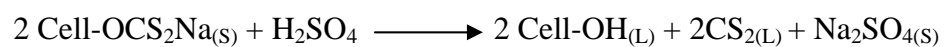
### 2.1.1. Sodium Sulfate dari Fibre ( rayon / viscose )



Gambar 2.1. Diagram Alir Proses Pembuatan Sodium Sulfate  
dari Fibre ( rayon / viscose )

Pada proses ini, sodium sulfate dibuat dengan cara memintal serat viscose kedalam sulfuric acid dan kemudian produk sodium sulfate dapat mengendap.

Reaksi yang terjadi :



Cell = Cellulose



Berdasarkan reaksi tersebut, maka sodium sulfate yang dihasilkan merupakan bahan baku utama yang merupakan produk samping dari pemintalan serat viscose dengan penambahan sulfuric acid, sebelum proses pemurnian dilakukan.

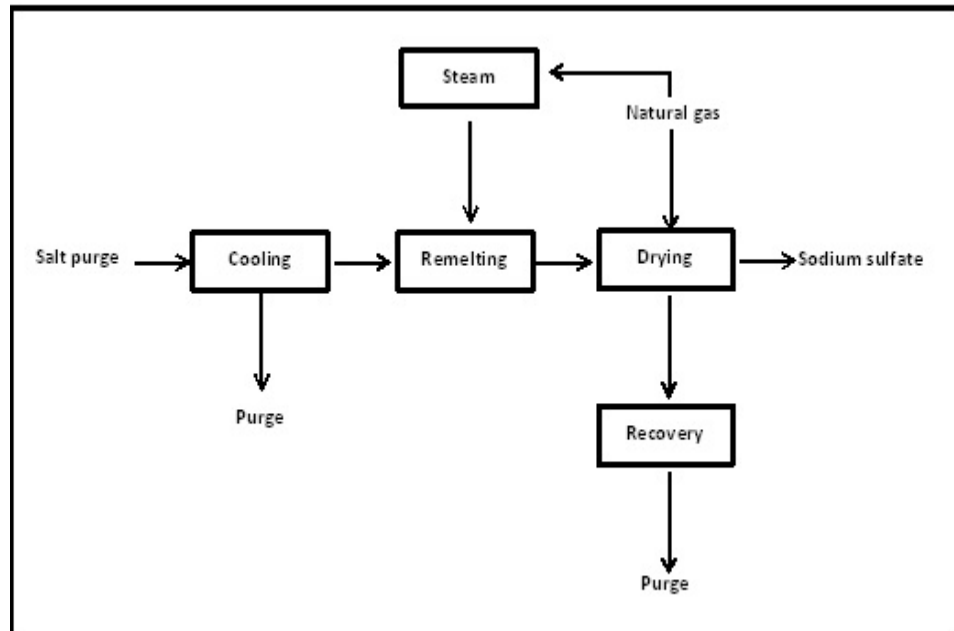
Pada proses pemurnian, reaksi antara serat viscose dan sulfuric acid dilakukan pada spinbath crystallizer, dimana sodium sulfate yang dihasilkan dikristalkan dalam bentuk Glauber's Salt ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ) pada suhu kristalisasi  $< 20^\circ\text{C}$ . Glauber's salt kemudian diumpankan pada melter, dimana pada melter Glauber's salt dikalsinasi pada suhu  $32,38^\circ\text{C}$  untuk melepaskan 10 molekul  $\text{H}_2\text{O}$  dengan cara menambahkan air proses, sehingga membentuk padatan sodium sulfate. Untuk menghilangkan kandungan asam (sulfuric acid) yang masih terkandung dalam larutan, maka ditambahkan larutan NaOH untuk menetralkan asam. Pada melter dilakukan pemanasan untuk mengurangi kandungan air dalam larutan.

Konsumsi energi pada pabrik ini dapat dikurangi dengan menggunakan multi efek evaporator, karena pemakaian multi efek evaporator dapat menghemat penggunaan steam pada pabrik.

Larutan sodium sulfat dari unit melter (evaporative crystallization), kemudian diumpankan pada centrifuge untuk memisahkan cake sodium sulfate dan mother liquor dikembalikan pada melter untuk proses selanjutnya.

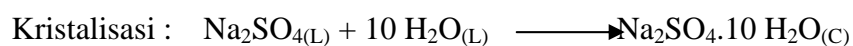
Cake sodium sulfate kemudian dikeringkan pada dryer dengan udara panas dan kemudian didinginkan pada cooler untuk kemudian disaring pada screen dengan ukuran disesuaikan dengan kebutuhan pasar ( $\pm 20 - 40$  mesh).

### 2.1.2. Sodium Sulfat dari Glauber's Salt dengan proses Messo



Gambar 2.2. Diagram Alir Proses Pembuatan Sodium Sulfate  
dari Glauber's Salt dengan proses Messo

Pada proses Messo, larutan brine jenuh (*saturated brine*) yang mengandung sodium sulfate merupakan bahan baku utama dan dapat diperoleh dari beberapa air tanah atau danau yang mengandung sodium sulfate (*Sear Lake Brine*). Larutan brine pertama-tama didinginkan melalui beberapa tahapan pendinginan, dimana pada saat pendinginan, sodium sulfate terkristalisasi membentuk Glauber's salt ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ).

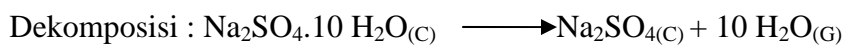






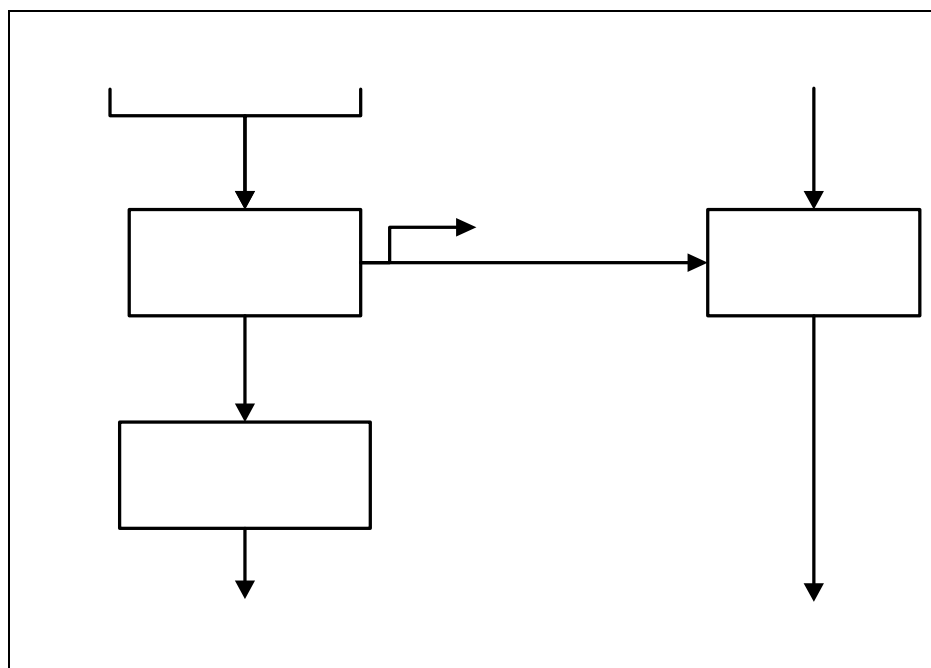
Larutan Glauber's salt kemudian diumpankan pada centrifuge untuk memisahkan Kristal yang terbentuk dengan mother liquor, dimana Kristal yang terbentuk diumpankan ke dalam remelting vessel, sedangkan mother liquor dikembalikan kembali menuju ke alat cooling.

Pada remelting vessel, larutan Glauber's salt diendapkan dalam bentuk sulfate solid dengan cara memanaskan menggunakan steam.



Produk sodium sulfate kemudian dikeringkan pada dryer dengan menggunakan natural gas sebagai pemanas, sedangkan padatan yang terikut uap panas kemudian dikembalikan pada remilting vessel.

### 2.1.3. Sodium Sulfate dari Garam dengan proses Mannheim

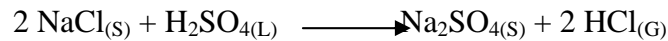


Gambar 2.3. Diagram Alir Proses Pembuatan Sodium Sulfate dari Garam dengan proses Mannheim



Pada proses Mannheim ( nama jenis furnace yang digunakan ), bahan baku garam ( NaCl ) direaksikan dengan sulfuric acid pada sebuah furnace Mannheim sehingga menghasilkan gas hydrogen chloride dan padatan sodium sulfate.

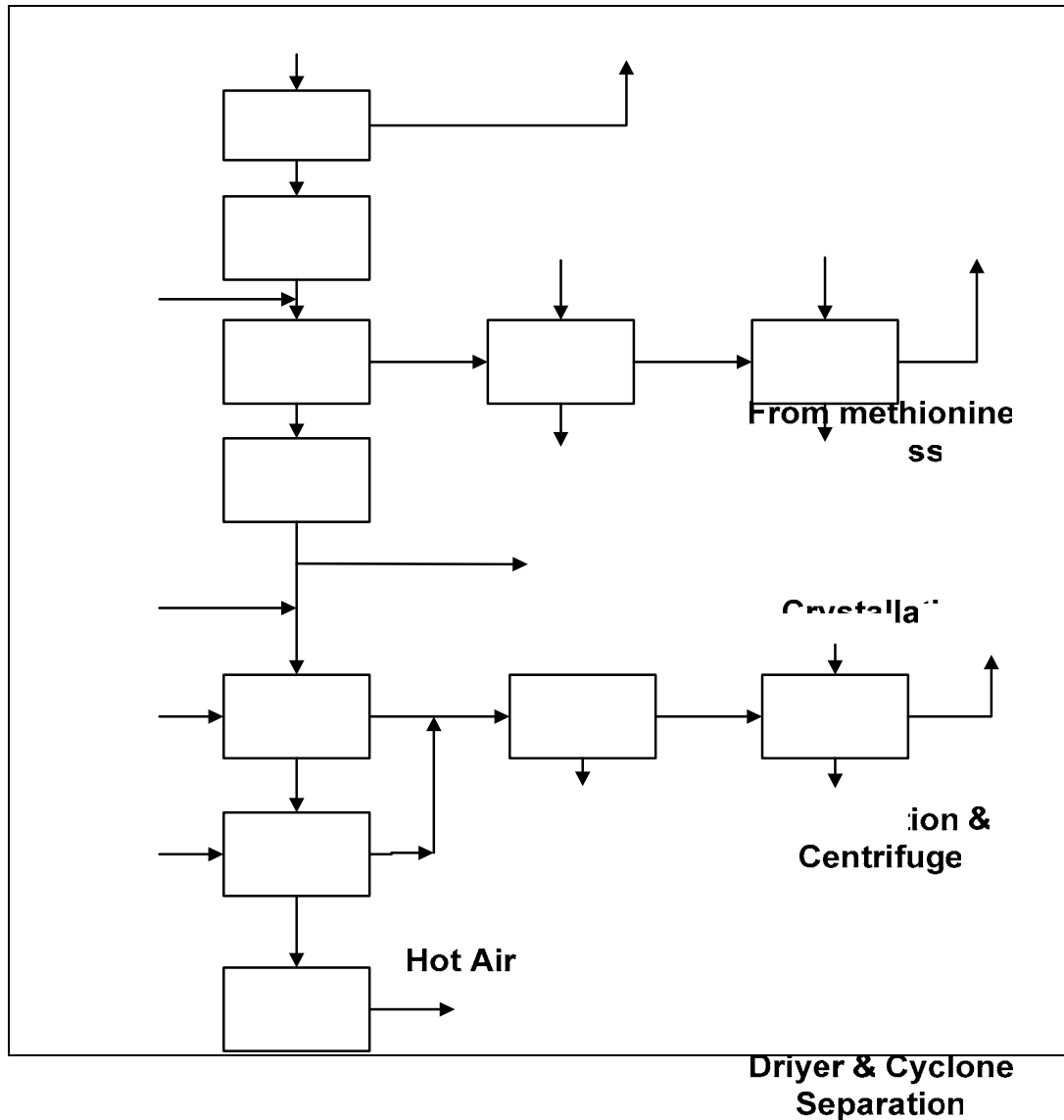
Reaksi yang terjadi :



Produk gas hydrogen chloride kemudian diserap pada kolom absorber dengan air proses untuk mrnghasilkan produk larutan hydrogen chloride. Produk padatan sodium sulfate dari furnace kemudian didinginkan, dikeringkan dan disaring untuk kemudian dikemas sebagai produk akhir. Proses Mannheim ini merupakan proses pembuatan hydrogen chloride, sehingga produk sodium sulfate merupakan produk samping dari pembuatan hydrogen chloride.



#### 2.1.4. Sodium Sulfat dari Methionine



Gambar 2.4. Diagram Alir Proses Pembuatan Sodium Sulfate dari Methionine

Pada proses ini, bahan baku yang digunakan adalah limbah dari pabrik methionine, dimana mother liquor dari proses pabrik methionine merupakan bahan baku yang masih mengandung sodium sulfate dan methionine.

Mother liquor dari proses utama pabrik methionine pertama-tama diumpankan pada evaporative crystallization, dimana terjadi kenaikan suhu dan konsentrasi larutan yang mengakibatkan sodium sulfate mengendap. Larutan dari



sistem crystallization masih mengandung methionine, sehingga larutan kemudian dicuci secara dekantasi dan kemudian dipisahkan kandungan methioninnya dengan centrifuge. Filtrat berupa menthoinine dikembalikan ke proses utama, sedangkan cake berupa sodium sulfate diumpankan menuju ke dryer untuk dikeringkan dan siap untuk dijual sebagai sodium sulfate mentah.

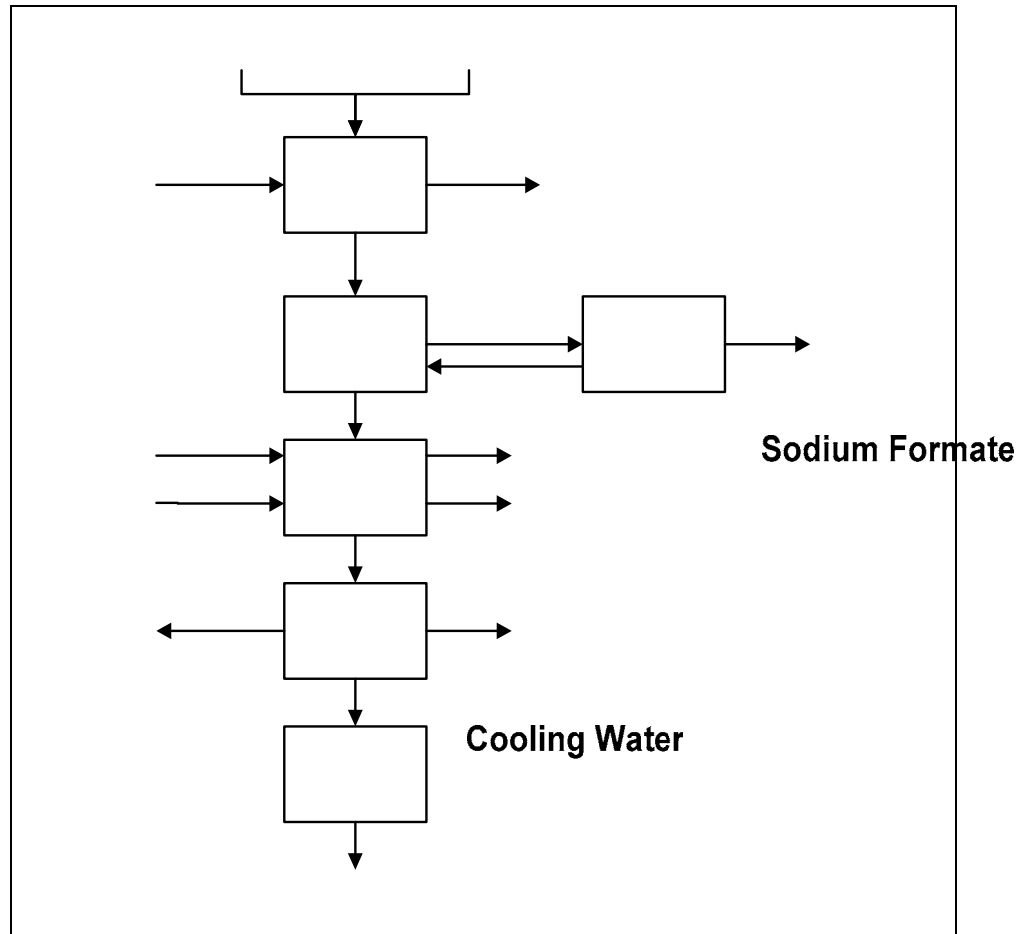
Produk dryer berupa sodium sulfate mentah, masih dapat dimurnikan dengan melalui tahapan sebagai berikut:

1. Humidifikasi dan Spraying dengan penambahan sodium chlorate.
2. Oksidasi dan Calsinasi pada rotary kiln.
3. Cooling dengan penambahan udara pada rotary mixer.

Dengan tahap pemurnian, mampu mendapatkan produk sodium sulfate yang murni dengan kelebihan pada warna yang lebih putih dan tidak berbau. Sedangkan pada produk yang keluar dari dryer ( sodium sulfate mentah ) masih berwarna keruh dan berbau methionine.



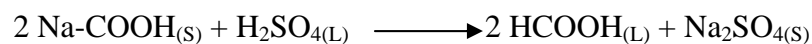
### 2.1.5. Sodium Sulfate dari Formic Acid



Gambar 2.5. Diagram Alir Proses Pembuatan Sodium Sulfate  
dari Formic Acid

Pada proses formic acid, bahan baku yang digunakan adalah sodium formate. Untuk menghasilkan sodium sulfate, sodium format direaksikan dengan sulfuric acid menghasilkan sodium sulfate dan formic acid.

Reaksi yang terjadi :



Cooling Water



Larutan sodium sulfate dan formic acid dari reaktor kemudian diumpankan pada centrifuge untuk memisahkan Kristal sodium sulfate dan formic acid. Filtrat berupa formic acid kemudian diumpankan pada evaporator untuk menguapkan formic acid, sedangkan cake berupa sodium sulfate diumpankan pada drier untuk pengeringan Kristal sodium sulfate. Pada evaporator, setelah uap formic acid terpisah, larutan pekat yang masih mengandung sodium sulfate kemudian dikembalikan menuju ke centrifuge untuk mengambil Kristal yang tersisa pada evaporator.

Cake dari centrifuge yang mengandung sodium sulfate kemudian diumpankan pada system drier yang terdiri dari multi-coil dryer yang dipanaskan dengan menggunakan steam. Produk dari dryer kemudian diumpankan pada system cooling dan kemudian disaring terlebih dahulu sebelum dikemas sebagai produk akhir.



## 2.2. Seleksi Proses

Berdasarkan uraian proses diatas, maka dapat ditabelkan perbandingan masing-masing proses berikut :

Tabel 2.1. Seleksi Proses

Parameter	Macam Proses				
	Fibre	Messo	Mannheim	Methionine	Formic Acid
Bahan Baku Utama	Serat / Rayon	Brine	Garam	Limbah pabrik methionine	Sodium formate
Bahan Baku Pembantu	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , NaOH	Natural gas	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaClO <sub>3</sub> , Natural gas	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Aliran proses	Sederhana	Sederhana	Sederhana	Kompleks	Sederhana
Peralatan	Sederhana	Sederhana	Sederhana	Kompleks	Sederhana
Utilitas	Ekonomis	Sedang	Ekonomis	Mahal	Ekonomis
Instrumentasi	Kompleks	Sederhana	Sederhana	Kompleks	Sederhana

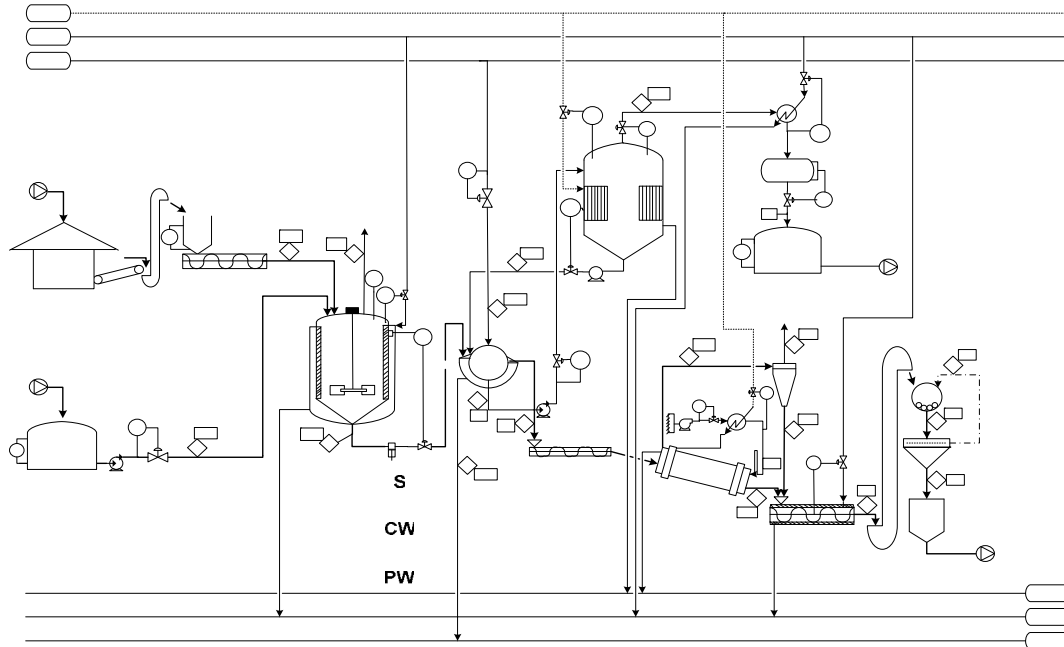
Dari Uraian diatas, maka dipilih pembuatan sodium sulfate dengan proses formic acid, dengan beberapa pertimbangan :

- Bahan baku mudah didapat didalam negeri
- Biaya ekonomi lebih ekonomis dibanding proses lainnya
- Biaya peralatan dan instrumentasi lebih ekonomis
- Produk yang dihasilkan memenuhi kebutuhan pasar



### 2.3. Uraian Proses

Flowsheet pengembangan pabrik sodium sulfate :



Pra rencana pabrik sodium sulfate ini, dapat dibagi menjadi 3 unit pabrik, dengan pembagian :

1. Unit Pengendalian Bahan Baku

Kode Unit : 100

2. Unit Reacting & Evaporator

Kode Unit : 200

3. Unit Pengendalian produk

Kode Unit : 300

Adapun uraian proses pembuatan sodium sulfate dengan proses formic acid ini adalah sebagai berikut :

Pertama-tama sodium formate dari supplier ditampung pada gudang F-110. Sodium formate yang dibeli berupa serbuk dengan ukuran 100 mesh. Sodium formate kemudian diumpankan pada silo F-113 dengan belt conveyor J-111 dan bucket elevator J-112 untuk cadangan 2 hari proses. Sodium formate kemudian

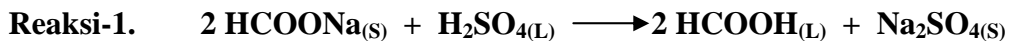




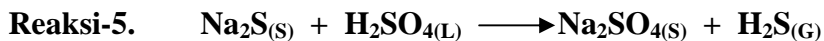
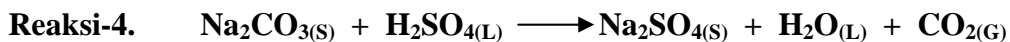
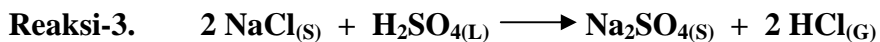
diumpakan pada bagian atas reactor R-210 dengan screw conveyor J-114. Secara bersamaan sulfuric acid dari tangki F-120 dipompa menuju reactor R-210.

Pada reactor R-210 terjadi reaksi antara sodium formate dengan sulfuric acid membentuk sodium sulfate. Reaksi yang terjadi :

**Reaksi utama :**



**Reaksi samping :**



Kondisi operasi pada reaktor dijaga pada tekanan 1 atm dengan suhu kamar (40°C). Produk atas reaktor berupa campuran gas buang, dibuang melalui stack sehingga gas buang tidak mencemari lingkungan. Produk bawah berupa sludge sodium sulfate kemudian diumpakan pada rotary drum vacuum filter H-220.

Pada rotay drum vacuum filter H-220 terjadi proses pemisahan cake dan filtrate secara sentrifugal. Filtrat berupa larutan formic acid dan sedikit sodium sulfate kemudian dipompa menuju ke evaporator V-230, sedangkan cake berupa sodium sulfate diumpakan pada rotary dryer untuk dikeringkan.

Pada evaporator V-230, formic acid diuapkan dengan suhu 105°C, sedangkan larutan sodium sulfate pekat dikembalikan menuju ke rotary drum vacuum filter H-220. Uap formic acid dikondensasi pada condenser E-231,



kemudian kondensat ditampung sementara pada akumulator F-232 dan selanjutnya ditampung pada tangki formic acid F-330.

Cake sodium sulfate dari rotary drum vacuum filter H-220 diangkut dengan screw conveyor J-222 untuk di keringkan pada dryer. Pada rotary dryer B-310 terjadi proses pengeringan dengan bantuan udara panas secara counter-current (berlawanan arah). Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan pada cyclone H-311, dimana udara panas dibuang ke udara bebas, sedangkan padatan yang tertangkap secara bersamaan diumpankan pada cooling conveyor J-314 untuk proses pendinginan sampai suhu kamar ( $35^{\circ}\text{C}$ ) dengan bantuan air pendingin.

Produk sodium sulfate kemudian diumpankan pada ball mill C-320 dengan bucket elevator J-315 untuk dihaluskan sampai dengan 100 mesh. Produk kemudian disaring pada screen H-321, dimana produk berukuran lebih besar dari 100 mesh dikembalikan pada ball mill, sedangkan produk dengan ukuran 100 mesh ditampung pada silo F-340 sebagai produk akhir.